

Micobiota descomponedora presente en el compostaje de residuos sólidos orgánicos en el piedemonte amazónico colombiano

Armando Sterling-Cuéllar^{1,2,*}, Diego José Ortiz-Murcia²,
Norma Constanza Bonilla-Ríos²

¹ Recursos Genéticos y Biotecnología. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Florencia (Caquetá). Colombia.

² Grupo de Investigación GINMUA. Universidad de la Amazonia. Florencia (Caquetá). Colombia.

Recibido 19 de Enero de 2010; aceptado 4 de Mayo de 2010

Resumen

En la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI del Municipio de Florencia (Caquetá, Colombia) se llevó a cabo un estudio con el fin de determinar los principales microhongos descomponedores presentes en el compostaje de los residuos sólidos orgánicos bajo condiciones del piedemonte amazónico colombiano. Se prepararon dos composteros a partir de residuos sólidos colectados en la institución educativa. Después de 90 días, se colectaron muestras de compost y se procesaron en laboratorio mediante la técnica de dilución en placa. Se sembraron las diluciones 10^{-3} , 10^{-5} y 10^{-7} en los medios de cultivo PDA y AEM. Luego de 8-20 días se caracterizaron macroscópicamente y microscópicamente los aislamientos obtenidos. Se determinaron taxonómicamente 16 aislamientos, los cuales correspondieron a los géneros deuteromycota *Aspergillus* (ocho especies), *Curvularia* y *Scopulariopsis* (dos especies por cada género) *Fusarium*, *Penicillium* y *Humicola* (cada uno con una especie). Se encontró también una especie del género *Cunninghamella* (Zygomycota). El género *Aspergillus* presentó la mayor abundancia en el compost, estimada en $1,84 \times 10^8 \text{ ufc.g}^{-1}$ en comparación con el género *Humicola* que presentó la menor abundancia, estimada en $1,0 \times 10^3 \text{ ufc.g}^{-1}$. Los resultados confirmaron que existe una notable diversidad microfúngica, especialmente de hongos anamórficos (moniliales), los cuales desempeñan una importante función en el ciclo de nutrientes principalmente durante la etapa de maduración del proceso de compostaje.

© 2010 Universidad de la Amazonia. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: *Aspergillus*, compostaje, microhongos, piedemonte amazónico colombiano.

Abstract

At the Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI in the Municipality of Florencia (Caquetá, Colombia), a study was carried out in order to determine the main decomposer micro fungi present in the composting of organic solid waste under conditions of the Colombian Amazon piedmont. Two compost boxes were prepared using solid waste collected in the educational institution. Compost samples were collected after 90 days, and processed in the laboratory by plate dilution technique, using dilutions 10^{-3} , 10^{-5} and 10^{-7} on PDA and AEM. Obtained isolates were macroscopically and microscopically characterized after 8-20 days. Taxonomic determination of 16 isolates, corresponding to genus deuteromycota *Aspergillus* (8 species), *Curvularia* and *Scopulariopsis* (2 species of each genus), *Fusarium*, *Penicillium*, and *Humicola* (1 species for each one), were carried out. One species of the genus *Cunninghamella* (Zygomycota) was also found. The highest and lowest estimated abundance in the compost were shown by genus *Aspergillus* ($1,84 \times 10^8 \text{ ufc.g}^{-1}$) and *Humicola* ($1,0 \times 10^3 \text{ ufc.g}^{-1}$) respectively. These results confirmed considerable micro fungi diversity, especially anamorphic (moniliales), which play an important role in the cycling of nutrients, mainly during maturation stage of the composting process.

© 2010 Universidad de la Amazonia. All rights reserved.

Key words: *Aspergillus*, composting, microfungi, Colombian Amazon piedmont.

Introducción

El compostaje es un método en el cual algunos microorganismos como los microhongos y bacterias actúan para descomponer biológicamente residuos orgánicos sólidos y semisólidos como monosacáridos, disacáridos, polisacáridos, aminoácidos y proteínas (Miyatake & Iwabuchi

2006, Laor *et al.* 2004). Sin embargo, este proceso debe realizarse bajo condiciones óptimas controladas de humedad, aireación, temperatura, composición química, porosidad y pH (Tchobanogolus *et al.* 1994. Dresbol *et al.* 2006).

Se ha demostrado la importancia de los hongos en los procesos biodegradativos (López *et al.* 2002, Miyatake & Iwabuchi 2006, Vargas *et al.* 2006a,b),

* Autor para correspondencia. E-mail: asterling@sinchi.org.co

los cuales están relacionados con sus mecanismos nutricionales, son organismos heterótrofos, que no poseen clorofila por lo cual no pueden sintetizar su propio alimento, utilizan materia orgánica preformada como fuente de energía y carbono para el metabolismo (Alexopoulos *et al.* 1996). Los hongos tienen gran habilidad para transformar y traslocar nutrientes que se encuentran contenidos en moléculas más complejas, creando un importante rol en el ciclaje de nutrientes, ya que poseen enzimas lignocelulolíticas que les permite cumplir una función clave en la degradación de biopolímeros de alta resistencia como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, los cuales son degradados lentamente, casi exclusivamente por los hongos (López *et al.* 2002, Vargas *et al.* 2006a,b).

Por sus condiciones muchos hongos cumplen un papel significativo en el proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en el proceso de compostaje siendo este último el sistema que más respeta el ciclo de conservación de la materia y el que mayor aplicación encuentra en la agricultura (Soliva 2001). Sin embargo, en el piedemonte amazónico colombiano una de las principales actividades económicas es la agricultura, convirtiéndose el compost en una muy buena iniciativa para acondicionar y nutrir los suelos pobres en nutrientes (Martínez 1998).

Las actuales necesidades de mantener un ambiente sano hace necesario avanzar en el conocimiento de los microorganismos que llevan a cabo el compostaje ya que ofrece beneficios tanto en lo ecológico como en lo económico (Raviv 1998).

Aunque son múltiples los estudios que han analizado el proceso compostaje, son incipientes los trabajos que han determinado las especies de hongos presentes en dicho proceso, destacándose sólo algunos en zonas templadas y subtropicales, y desconociendo en gran manera la importancia de conocer la microflora presente en la descomposición de la materia orgánica en zonas tropicales.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar los principales microhongos descomponedores presentes en el compostaje de residuos sólidos orgánicos en la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI, piedemonte amazónico colombiano.

Metodología

Área de estudio

El proyecto se desarrollo en Florencia (Caquetá, Colombia) ubicada sobre el piedemonte amazóni-

co colombiano. Florencia está ubicada entre los 1° 37' 27,74" de latitud Norte y 75° 37' 19,81" de longitud Oeste, con una elevación de 242 *msnm* (IGAC 1993), posee una precipitación pluvial anual de 3 835 *mm*, promedio de humedad relativa entre 79,5 % y 88,6 % y una temperatura promedio anual de 26 °C.

Recolección de residuos sólidos orgánicos a compostar

En la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI se construyeron dos composteros (contenedores) en concreto (bloque, cemento y arena) de medidas (3,6 x 3,0 x 0,5) *m* cada uno. Se escogió esta institución con el ánimo de generar cultura y conciencia ambiental en la población juvenil, además de que es un sitio con producción de desechos sólidos orgánicos necesarios para este estudio. Durante una semana se recolectó materia orgánica sólida con mínimo grado de fragmentación obteniéndose la mezcla para compostar (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes sólidos orgánicos residuales empleados en la mezcla a compostar en cada uno de los contenedores construidos en la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI, bajo las condiciones del piedemonte amazónico colombiano.

Sustrato	Masa (kg)	Proporción (%)
Hojasasca	60	12,77
Cáscara de cebolla	30	6,38
Cáscara de plátano	50	10,64
Cáscara de huevo	15	3,19
Cáscara de papa	25	5,32
Cáscara de tomate	20	4,26
Cáscara de pepino	15	3,19
Cáscara de maracuyá	30	6,38
Cáscara de lulo	20	4,26
Cáscara de naranja	40	8,51
Zanahoria	30	6,38
Aserrín	25	5,32
Papel	30	6,38
Suelo	80	17,02
TOTAL	470	100,00

Seguimiento del proceso de compostaje y aislamiento de microhongos

Se recolectaron 940 *kg* de residuos sólidos orgánicos, los cuales se dividieron en dos partes similares de 470 *kg* cada una (Tabla 1). Posteriormente, en cada uno de los dos composteros construidos se mezclaron las partes divididas respectivamente, dando inicio al proceso de compostaje en donde se le realizó aireación manual revolviéndolo con una pala cada 5 días. De igual forma, se le agregó 20 *l*

de agua cada 5 días para mantener la humedad promedio entre 40 y 60 %. Cuando el proceso de compostaje alcanzó la etapa de maduración o de estabilización (90 días), se procedió a tomar las muestras de compost. Se tomaron cinco submuestras de 200 g de cada compostero y se mezclaron respectivamente, obteniendo una muestra representativa de 1 kg de cada compost producido.

Para el aislamiento de los aislamientos microfúngicos nativos del compost, se utilizó el método modificado de dilución en placa de Dhingra & Sinclair (1987), Goettel & Inglis (1997), Cepero & Cárdenas (2001). De cada muestra se tomaron 10 g de compost y se mezclaron con 90 ml de agua destilada estéril. Luego se centrifugó a 14 000 rpm. Seguidamente, se extrajo 1 ml de la suspensión y se depositó en un tubo que contenía 9 ml de agua destilada estéril. A partir de este tubo se hicieron diluciones seriadas hasta 10^{-7} , de las cuales se eligieron únicamente las diluciones del orden 10^{-3} , 10^{-5} y 10^{-7} . Posteriormente, 1 ml de cada dilución se sembró individualmente y por duplicado en papa dextrosa agar (PDA) y Agar Extracto de Malta (AEM), con adición de dicloxacilina $50 \mu\text{g.ml}^{-1}$. Los cultivos se incubaron a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ entre 8 y 20 días y las colonias más representativas y abundantes que se desarrollaron se aislaron en tubos de ensayo con medio inclinado de PDA y AEM cultivándose bajo las mismas condiciones.

Identificación y cuantificación de microhongos aislados

La caracterización e identificación de las cepas microfúngicas más representativas y abundantes se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de la Universidad de la Amazonia (Anexo). Inicialmente se realizó un conteo y caracterización morfológica (descripción macroscópica) de las unidades formadora de colonia (ufc) atendiendo a las formas tipológicas propuestas por Zapater (1953), Samson et al. (2004), Koneman & Roberts (1987), Ortegón (2002) y Valencia (2004). Se utilizó la tabla de colores Javascript para la cromografía. El cálculo del número de las ufc por cada g de sustrato-compost se determinó con la siguiente fórmula (Valencia 2004):

$$ufc.g^{-1}_{compost} = ufc.(factor\ de\ dilución)^{-1} .(volumen\ de\ inóculo)^{-1}$$

Para la identificación de las cepas se empleó la técnica del microcultivo seguida por Koneman & Roberts (1987), confrontándose en cada caso las características microscópicas, microscópicas y

culturales con los esquemas propuestos en distintas monografías. La taxonomía siguió a Barnett & Hunter (1972), Domsch et al. (1980), Samson et al. (1984) y Kiffer & Morelet (2000), para moniliales (deuteromycota), y a Zycha et al. (1969) y Samson et al. (2004) para Mucorales (Zygomycota), hasta llegar al nivel de género.

Resultados y discusión

En la investigación se determinaron 16 aislamientos microfúngicos en AEM y PDA provenientes de las muestras de compost extraídas durante la fase de campo. Los microhongos descomponedores correspondieron a los siguientes taxones: a) División Zygomycota, con la Clase Zygomycetes, el Orden Mucorales y el género *Cunninghamella* (Samson et al. 2004); y la División – Forma deuteromycota, con el grupo de los hyphomycetes (moniliales) en cual se encontraron los géneros: *Scopulariopsis* con dos especies, *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* con ocho especies, *Curvularia* con dos especies y *Humicola* sp (Tabla 2).

Tabla 2. Abundancia estimada ($ufc.g^{-1}_{compost}$) de las especies microfúngicas aisladas en el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos en las condiciones del piedemonte amazónico colombiano.

Especie/Categoría	ufc			ufc medio.g ⁻¹ compost
	Dilución			
	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷	
Aspergillus sp6.			15	1,5 × 10 ⁸
Scopulariopsis sp1			13	1,3 × 10 ⁸
Curvularia sp2.			5	5,0 × 10 ⁷
Fusarium sp.			3	3,0 × 10 ⁷
Aspergillus fumigatus cf.		27		2,7 × 10 ⁶
Penicillium sp.		18		1,8 × 10 ⁶
Aspergillus sp3.		13		1,3 × 10 ⁶
Cunninghamella sp.		7		7,0 × 10 ⁵
Aspergillus sp5.		5		5,0 × 10 ⁵
Aspergillus sp1.	17			1,7 × 10 ⁴
Scopulariopsis sp2.	13			1,3 × 10 ⁴
Aspergillus sp7.	11			1,1 × 10 ⁴
Aspergillus sp2.	3			3,0 × 10 ³
Curvularia sp1.	2			2,0 × 10 ³
Aspergillus sp4.	2			2,0 × 10 ³
Humicola sp.	1			1,0 × 10 ³

En el grupo de los moniliales se ubicaron la mayoría de los aislamientos determinados, ya que seis de los siete géneros identificados en este estudio pertenecieron a este grupo. En particular, *Aspergillus* fue el género con mayor número de aislamientos junto a *Scopulariopsis* (Figura 1 y

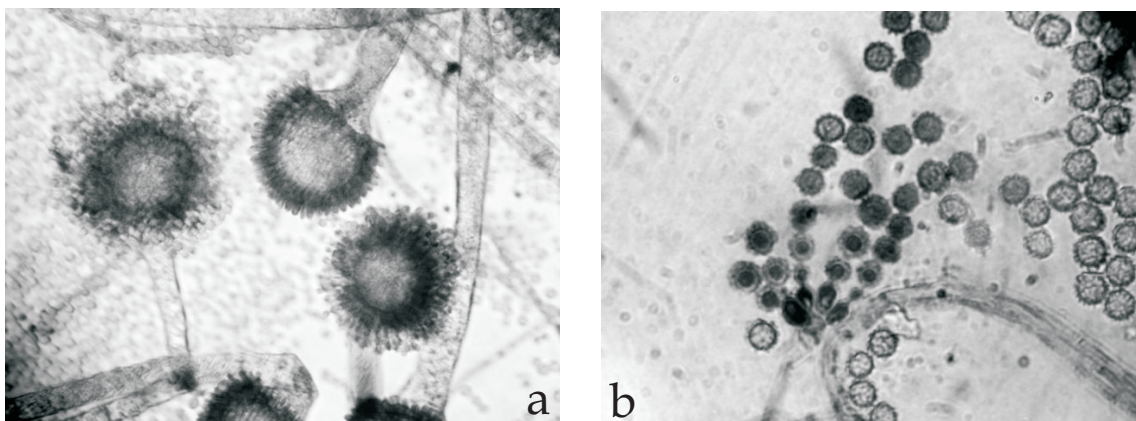


Figura 1. Géneros de microhongos descomponedores más representativos del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos en las condiciones del piedemonte amazónico colombiano. a. *Aspergillus*. b. *Scopulariopsis*.

Tabla 2), lo que refleja no sólo una mayor dominancia de éstos hongos en los sustratos sólidos orgánicos compostados, sino además su importancia metabólica en el proceso de la descomposición de azúcares simples y sustratos poliméricos complejos (Bhardwaj 1995).

De igual forma, los géneros *Penicillium* y *Fusarium* juegan un papel muy importante en la actividad biológica del suelo y de los sustratos presentes en éste (Domsch et al. 1980, Dix & Webster 1995). Los hongos producen las principales enzimas despolimerizadoras que intervienen en la degradación de la celulosa y la lignina, y por lo tanto seguirán la recirculación del carbono y los nutrientes minerales necesarios para el crecimiento de las plantas. Asimismo, como resultado de sus actividades saprofitas, se producen algunos polímeros extremadamente complejos y resistentes que son tal vez el componente más importante de la fracción de ácido húmico del suelo, muy importante para la fertilidad de éste (Vera et al. 2002).

En la fase de maduración del proceso de compostaje uno de los principales polímeros a degradar es la celulosa que está presente en todos los sustratos de origen vegetal a compostar. En particular, los principales géneros de hongos celulolíticos reportados por la literatura son *Acremonium*, *Alternaria*, *Arthrinium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Beauveria*, *Epicoccum* *hormonema*, *Mortierella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phialophora* y *Trichoderma*. (Valenzuela et al. 2001, Martínez et al. 2001). En este estudio se reportan dos de estos géneros: *Aspergillus* y *Penicillium*. Aunque no se encontró *Mortierella* o *Mucor*, si se reportó otro Zygomycota importante, *Cunninghamella* un hongo que en las condiciones de la Amazonia, posee una alta

capacidad enzimática-degradativa (amilasa, celulasa, peroxidasa, proteasa y ureasa) y solubilizadora de fosfatos (Garzón-Gómez & Calderón-Rosas 2008).

En general, se destaca el género *Aspergillus* con la mayor abundancia estimada en el compost con una concentración de $1,85 \times 10^8$ ufc.g⁻¹, mientras que *Humicola* fue el que menor concentración con $1,0 \times 10^3$ ufc.g⁻¹. Se destaca la presencia de *Aspergillus fumigatus*, la cual es una especie termotolerante y es una de las más comunes en este proceso (Haines 1995). Sin embargo, las esporas de esta especie toleran fácilmente temperaturas de más de 60 °C llegando a ser el hongo más dominante en las pilas de compost a dicha temperatura (Kozakiewicz 1989). *A. fumigatus* es un excelente biodegradador de celulosa y hemicelulosa (Fischer et al. 1998, Vargas et al. 2006a).

Conclusiones

Los resultados confirmaron que existe una notable diversidad microfúngica especialmente de hongos anamórficos (moniliales) destacándose el género *Aspergillus*, los cuales desempeñan una importante función en el ciclaje de nutrientes principalmente durante la etapa de maduración del proceso de compostaje, degradando los polímeros más complejos de tipo celulolítico y ligninolítico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a La Universidad de la Amazonia y la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI por el soporte económico en el desarrollo de la presente investigación en el marco del

desarrollo del proyecto: "Manejo integral de residuos sólidos destinados para la producción compostal de bioabonos, a partir de materia orgánica suplementada con cepas microfúngicas descomponedoras en la Institución Educativa Ciudadela Siglo XXI del Municipio de Florencia (Cauquetá, Colombia).

Literatura Citada

- Alexopoulos C. J., E. W. Mims, M. Blackwell 1996. Introductory mycology. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Barnett H. L. & B. B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3^o ed. Burgess Publishing Company. USA.
- Bhardwaj, K. K. 1995. Improvements in microbial compost technology: a special reference to microbiology of composting. In: S. Khawna and K. Mohan (eds.). Wealth from waste. Tata Energy Research Institute, New Delhi, India. pp: 15-131.
- Cepero M. C. & M. E. Cárdenas. 2001. Introducción a la biología de los hongos. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes. Bogotá, D. C.
- Dhingra O. D. & J. B. Sinclair. 1987. Basic Plant Pathology Methods. 4th ed. Library of Congress Cataloging in Publication Data. CRC Press. Florida.
- Dix N. & W. J. 1995. Fungal Ecology. 5th ed. Chapman & May. London. pp: 114 - 127
- Domsch K. H., W. Gams, T. H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. I, y II. Academic Press Ltd. London.
- Dresbol, D. B., J. Magid, K. Thorup. 2006. Long-term stability and mineralization rate of compost is influenced by timing of nutrient application during composting of plant residues. Compost science & utilization. Vol. 14. pp: 215-221.
- Fisher, P. J., O. Petroni, H. M. Lappinscott. 1998. The Distribution of Some Fungal and Bacterial Endophytes in Maize (*Zea mays* L.). New Phytol., 122:299-305.
- Garzón-Gómez, M. T. & B. M. Calderón-Rosas. 2008. Potencial enzimático-degradativo y solubilizador de fosfato de microhongos edáficos aislados en dos tipos de plantaciones productivas de caucho *Hevea brasiliensis* en El Doncello, Cauquetá. Trabajo de Grado. Programa de Biología. Universidad de la Amazonia. Florencia (Cauquetá, Colombia).
- Goettel M. S. & D. Inglis. 1997. Fungi: Hyphomycetes. En: LACEY L. Manual of techniques in insect pathology: 213-245. Biological Techniques Series. Academic Press. London.
- Haines, J. H. 1995. Studies in the Hyaloscyphaceae V: Species described by C. H. Peck. Mycotaxon, 35: 317-352.
- IGAC (Instituto Geografico Agustin Codazzi). 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial de occidente del Departamento del Cauquetá. Tomo I-VI. Bogotá, D. C.
- Kiffer E. & M. Morelet. 2000. The Deuteromycetes. Mitosporic Fungi. Classification and Generic Keys. Science Publishers Inc. USA.
- Koneman E. W. & Roberts. 1987. Micología práctica de laboratorio. 3^a ed. Editorial médica panamericana. Buenos Aires.
- Kozakiewicz, Z. 1989. Aspergillus species on stored products. CAB International Mycological Institute. Kew, Surrey.
- Laor, Y., M. Raviv & M. Borisover. 2004. Evaluating microbial activity in composts using microcalorimetry. Thermochimica Acta, vol. 420, p: 119-125.
- López, M. J., M. A. Elorrieta, M. C. Vargas, F. Suárez, J. Moreno. 2002. The effect of aeration on the bio transformation of lignocellulosic wastes by white-rot fungi. Bioresource Technology, vol. 81, p: 123-129.
- Martínez, A. E., V. M. Chiochio, A. M. Godeas. 2001. Hyphomycetes celulolíticos en suelos de bosques de *Nothofagus*, tierra del fuego. Gayana Bot., 58 (2):123-132.
- Martínez, L. J. 1998. Suelos de la Amazonia. Ministerio de Educación Nacional. Programa Fondo Amazónico. Coordinación de educación del Amazonas. Fundación caminos de Identidad. Serie Escuela y Amazonia. Santa Fe de Bogotá.
- Miyatake, F. & K. Iwabuchi. 2006. Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. Biores. Technol., 97:961-965.
- Ortegón, L. H. 2002. Manual teórico práctico de microbiología. Universidad de la salle. Bogotá, D. C.
- Raviv, M. 1998. Horticultural uses of composted material. Acta Horticulturae, 469: 225-234.
- Samson R. A., E. S. Hoekstra, C. A. N. Van Oorschot 1984. Introduction to food-borne fungi. 2nd ed. Institute of the Royal Netherlands, Academic of the Arts and Sciences. London.
- Samson R. A., E. S. Hoekstra, J. C. Frisvad. 2004. Introduction to food and airborne fungi. Seventh edition. Institute of the Royal Netherlands, Academy of Arts and Sciences. London.
- Soliva, M. 2001. Compostaje y gestión de residuos orgánicos. Estudios y Monografías 21. Diputación de Barcelona, Área de Medio Ambiente. Barcelona.
- Tchobanogolus, G., H. Theisen, S. Vigil. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill. Madrid.
- Valencia, Z. H. A. 2004. Manual de prácticas de microbiología básica. Notas de clase. 1^a ed. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C.
- Valenzuela E., S. Leiva, R. Godoy. 2001. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de *Nothofagus pumilio*. Revista Chilena de Historia Natural, 74(4):737-749.
- Vargas, M. C., F. Suárez, M. J. López, J. Moreno. 2006a. Effect of inoculation in composting processes: Modifications in lignocellulosic fraction. Waste Management, vol. 27, p: 1099-1107.
- Vargas, M. C., F. Suárez, M. J. López, J. Moreno. 2006b. In vitro Studies on lignocellulose degradation by microbial strains isolated from composting processes. International. Biodegradation & Biodegradation, vol. 59, p: 322-328.
- Vera D. F., H. Pérez, H. Valencia. 2002. Aislamiento de Hongos solubilizadores de Fosfatos de la Rizósfera de Arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae). Acta Biológica Colombiana, 1(7):33-40.
- Zapater R. C. 1953. Micología alergógena. El Ateneo. Buenos Aires.
- Zycha, H., R. Siepmann & G. Linnemann. 1969. Mucorales. Verlag von J. Cramer. Lehre, Germany.

Anexo. Descripción de los géneros de hongos encontrados.

Género	Descripción macroscópica										Descripción Microscópica
	Medio		T.C.	Forma	Borde	Elevación	Diámetro promedio (cm)	Textura (anverso)	Color		
	PDA	AEM							Días	Anverso	
Aspergillus		x	5	Irregular	Ondulado	Umbonado	3.1	Granulosa	Zonación: centro negro y periferia amarilla	Amarillo pálido	Micelio grueso hialino, conidióforos largos hialinos con terminación en vesícula, en donde células conidiogénicas dan origen a conidias globosas de coloración oscura
Cunninghamella		x	6	Irregular	Ondulado	Umbonada	5.5	Algodonosa	Blanco	Crema	Micelio hialino, cenocítico altamente entrelazado y cintado. Presenta esporas hialinas, equinuladas y uniceluladas.
Scopulariopsis		x	9	Irregular	Ondulado	Convexa	3.8	Aterciopelada	Verde	Café claro	Micelio hialino, delgado y con anélido, fialides hialinas, con cadenas largas de conidias grandes equinuladas de base truncada.
Penicillium		x	8	Irregular	Entero	Plana	0.8	Polvorienta	Zonación: centro verde, anillo blanco.	Crema	Micelio delgado, hialino y tabicado; conidioforos penicilados tincionados con azul de lactofenol, con metula ramificada, fialides ligeramente lanceoladas de cuello cortó y conidios globosos que forman cadenas

Continuación Anexo.

Género	Descripción macroscópica							Descripción Microscópica			
	Medio		T.C.	Forma	Borde	Elevación	Diámetro promedio (cm)	Textura (anverso)	Color		
	PDA	AEM							Anverso	Reverso	
Fusarium	x		8	Irregular	Ondulado	Umbonada	3.5	Algodonosa	Zonación: centro rojo y anillo blanco	Rojo	Micelio hialino, septado formando esporodoquios de donde emergen en mayor proporción microconidias que macroconidias, presentan clamidosporas intercalares y terminales globosas y subglobosas.
Curvularia	x		9	Circular	Erosionado	Convexa	5.4	Aterciopelada	Zonación: centro café, 1° anillo gris y 2° anillo café	Negro	
Humicola	x		3	Irregular	Entero	Convexa	2.5	Algodonosa	Zonación: centro blanco, anillo café claro	Café claro	